

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
COMISSÃO DE GRADUAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Wagner Ellwanger de Oliveira

AVALIAÇÃO DO LAYOUT DE CANTEIRO EM UM
EMPREENHIMENTO: DO PLANEJAMENTO À OPERAÇÃO

Porto Alegre

Dezembro 2019

WAGNER ELLWANGER DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DO LAYOUT DE CANTEIRO EM UM
EMPREENHIMENTO: DO PLANEJAMENTO À OPERAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Comissão de
Graduação do Curso de Engenharia Civil da Escola de Engenharia
da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos
requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientador: Daniel Tregnago Pagnussat

Porto Alegre

Dezembro 2019

WAGNER ELLWANGER DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DO LAYOUT DE CANTEIRO EM UM
EMPREENHIMENTO: DO PLANEJAMENTO À OPERAÇÃO**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora, pelo Professor Orientador e pela Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 16 de dezembro de 2019

BANCA EXAMINADORA

Prof. Daniel Tregnago Pagnussat

Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Orientador

Profa. Cristiane Sardin Padilla de Oliveira

Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Eng. Márlon Augusto Longhi

Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho a meu pai Vanderlei, minha mãe
Karin, todos familiares e amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor Daniel Tregnago Pagnussat pela orientação e por ter aceitado minha proposta nesta reta final, sempre muito virtuoso e incentivador.

À professora Ângela Gaio Graeff e à Professora Luciani Somensi Lorenzi pelas palavras de apoio e principalmente pelo zelo e preocupação durante a graduação.

Ao amigo Engenheiro Guilherme Masuero imprescindível para concretização deste trabalho

Ao Engenheiro Santiago Navarrete fonte de inspiração e conhecimento.

Aos meus pais pelo amor incondicional e por abrirem mão de tantas coisas pelo meu conforto e acima de tudo por sempre acreditarem em mim.

À minha família sempre presente, berço de calor e afago.

Aos meus amigos, Luis Antônio, Pedro, Marcela, Vinícius, Evando e Kássio pelas inúmeras ajudas, pelos momentos de alegria, pelos avisos de cautela e pela amizade verdadeira.

À UFRGS, todos colegas, funcionários, professores e técnicos, por terem expandido minha visão e acima de tudo por me tornarem um ser humano com um pouco menos de defeitos.

Daria tudo que sei, para aprender metade
daquilo que desconheço.

René Descartes.

RESUMO

A engenharia civil necessita melhorar fatores relacionados ao desperdício, improvisações e planejamento dos seus processos produtivos. À luz disso, o trabalho foca no layout do canteiro de obras. O objetivo desta pesquisa consiste em identificar as interferências entre layout de um canteiro e o cumprimento da relação planejado versus executado desse canteiro, além de oportunidades para o aperfeiçoamento da gestão de canteiro. O entendimento do processo de concepção e execução do canteiro foi analisado sob a ótica da logística, do terreno onde o empreendimento está situado e dos espaços físicos que compõem o canteiro de obras. Analisou-se um empreendimento misto através de visitas técnicas e entrevistas com os responsáveis. Pode-se perceber que a obra está muito bem alinhada com seus processos de planejamento, contudo, identificou-se alguns pontos de melhoria no canteiro.

Palavras-chave: Planejamento, Canteiro de obras, Layout.

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura 1- Canteiro tipo restrito (fonte: escolaengenharia.com.br)</u>	<u>16</u>
<u>Figura 2 - Canteiro tipo amplo (fonte: escolaengenharia.com.br).....</u>	<u>17</u>
<u>Figura 3 - Canteiro tipo linear (fonte: escolaengenharia.com.br.....</u>	<u>17</u>
<u>Figura 4 – Projeto de produto e do sistema de produção (fonte: Schramm (2004)</u>	<u>17</u>
<u>Figura 5 – Visão integrada do desenvolvimento de produto (fonte: Schramm (2004).....</u>	<u>17</u>
<u>Figura 6 - Dados considerados para criação do layout (fonte: autor).....</u>	<u>35</u>
<u>Figura 7 – Layout e fluxogramas (fonte: autor)</u>	<u>34</u>
<u>Figura 8 – Cronograma realizado até início da obra (fonte: autor)</u>	<u>35</u>
<u>Figura 9 – Plantão de vendas (fonte: construtora A).....</u>	<u>36</u>
<u>Figura 10 – Canteiro inicial ((fonte: construtora A).....</u>	<u>37</u>
<u>Figura 11 – Setor interrompido (fonte: autor)</u>	<u>38</u>
<u>Figura 12 - Guarita e área de vivência (fonte: autor)</u>	<u>42</u>
<u>Figura 13- Estoque/produção armaduras (fonte: autor).....</u>	<u>43</u>
<u>Figura 14 - Canteiro da obra (fonte: construtora A).....</u>	<u>45</u>
<u>Figura 15- Quadro visual de planejamento (fonte: autor)</u>	<u>46</u>
<u>Figura 16 - Melhoria no estoque de material (fonte: autor)</u>	<u>46</u>
<u>Figura 17 - Melhorias na área de estoque (fonte: autor).....</u>	<u>47</u>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
1.1 QUESTÃO DE PESQUISA	10
1.2 OBJETIVO	10
1.3 DELIMITAÇÕES.....	10
2 CANTEIRO DE OBRA	11
2.1 NOMA REGULAMENTADORA 18	12
2.2 ELEMENTOS DO CANTEIRO	14
2.3 PROJETO DO CANTEIRO (LAYOUT).....	15
2.3.1 Tipologias de canteiro	15
3.LOGÍSTICA	19
3.1 MELHORIAS PELA LOGÍSTICA.....	19
4 . PLANEJAMENTO.....	21
4.1 ARRANJOS E FLUXOS FÍSICOS.....	24
5. DIRETRIZES PARA PLANEJAMENTO DE LAYOUT DE CANTEIRO.....	28
6. METODOLOGIA.....	30
7. APRESENTAÇÃO DOS DADOS.....	33
7.1 PLANEJAMENTO DO CANTEIRO.....	33
7.2 CRIAÇÃO DOS CENÁRIOS	35
7.3 EXECUÇÃO DO LAYOUT	38
7.4 PLANEJAMENTO DA OBRA.....	43
7.5 AVALIAÇÃO ENTRE PLANEJADO E EXECUTADO	45
CONCLUSÕES	48
REFERÊNCIAS	50

1. INTRODUÇÃO

A construção civil caminha com a humanidade desde o início das civilizações. Em qualquer momento da história onde houve um registro de vida humana, encontrou-se evidências de diferentes formas de abrigo e proteção. É fácil entender que conforme surgiam as necessidades, as edificações ficavam melhores, maiores e mais eficientes para atender essas demandas.

A área destinada para execução dessas edificações é chamada de canteiro de obras. Inicialmente, um canteiro de obras servia para ser uma espécie de depósito onde os materiais eram guardados até o momento de serem usados. O cenário era de baixo controle de estoque, pouca preocupação com o valor estocado e falta de sincronia entre, planejamento, execução e local de armazenamento.

Os conceitos e aplicações em torno dos canteiros começaram a ser repensados visando melhoria no contexto geral da obra, ou seja, economizando com insumos, tornando planejamento mais adequado, melhorando a eficiência e qualidade de execução.

Essas mudanças foram consequências da adoção de práticas trazidas principalmente da indústria automobilística e toda sua filosofia oriental de linha de produção. Nesse momento, a indústria da construção civil começa sair de um mercado ainda extremamente artesanal e arcaico, e mira numa evolução com um cenário de maior controle produtivo, planejamentos de curto, médio e longo prazo, além de canteiros pensados e planejados.

Mais recente ainda e inovador, tem-se o uso de softwares de modelagem para canteiros, além de uma forte gestão ambiental composta por sustentabilidade, gestão de pessoas, gestão de resíduos, logística reversa entre outros. Sobre uma ótica estratégica, avalia-se também com relação ao valor percebido pelo cliente para o canteiro de obras do seu futuro imóvel. Ou seja, aquele canteiro que não está mais escondido atrás de enormes tapumes e que já possui uma gestão de resíduos, além de selos de eficiência energética e sustentabilidade.

Portanto, através dos aspectos citados que influenciam no planejamento de um canteiro de obras, pretende-se fazer um estudo de caso num canteiro de obras de Porto Alegre e estudar como o layout do canteiro influencia na aderência entre o planejamento e a execução.

1.1 QUESTÃO DE PESQUISA

Alcançando-se os objetivos, espera-se responder à questão de pesquisa que é: como o layout de um canteiro de obras é planejado e qual sua importância no processo produtivo?

1.2 OBJETIVO

O objetivo principal desta pesquisa consiste em identificar as interferências entre layout de um canteiro e o cumprimento da relação planejado *versus* executado desse canteiro, além de oportunidades para o aperfeiçoamento da gestão de canteiro.

A partir do objetivo geral identifica-se aqui os objetivos específicos julgados necessários ao longo da pesquisa:

- a) descrever como está estruturado o layout do canteiro.
- b) avaliar a sistemática do recebimento e estocagem de materiais e equipamentos no canteiro.
- c) compreender o sistema de gestão utilizado no canteiro.

1.3 DELIMITAÇÕES

Esta pesquisa realizará os estudos em uma obra de uma incorporadora de alto padrão da cidade de Porto Alegre.

O estudo será focado em um único canteiro desta empresa. Serão analisados aspectos relativos à estocagem de materiais, áreas de vivência, produção e gestão de suprimentos.

Não pertencem ao escopo do trabalho entrevistas ou pesquisas com clientes e consumidores, nem levantamentos de necessidades percebidas pelos mesmos, ou ainda, itens que tratem sobre o imóvel. Limitar-se-á no processo de planejamento do canteiro, montagem e operação do canteiro de obras.

2 CANTEIRO DE OBRA

Vieira (2006), define canteiro como sendo todo espaço que for destinado para execução de alguma obra. Esse espaço pode conter áreas auxiliares e de apoio que não sejam propriamente as projeções das construções. O canteiro de obras é um arranjo bastante dinâmico e flexível, o qual, deve ser concebido de modo a propiciar uma solução que satisfaça as necessidades dos processos produtivos daquele lugar. Assim, tanto uma edificação simples quanto uma obra mais complexa, poderão ter ao longo do tempo canteiros que assumam organizações e distribuições de espaços distintos de modo a atender as fases de cada obra.

Todos itens presentes no canteiro são regidos por normas regulamentadoras, dentre elas a que mais impacta no canteiro é a norma regulamentadora 18 (NR18) que em síntese traz todo amparo legal para segurança e higiene no trabalho de um canteiro de obras (ABNT, 2018). No próximo capítulo tratar-se-á sobre as especificidades dessa NR.

Pode-se conceituar canteiro de obras de acordo com a própria norma regulamentadora 18 (atualizada) abril/2018, como área de trabalho fixa ou temporária, onde se desenvolvem operações de apoio e execução de uma obra.

A mesma norma designa como áreas operacionais, aquelas em que se desenvolvem as atividades de trabalho ligadas diretamente à produção e áreas de vivências, aquelas que se destinam a suprir as necessidades humanas de alimentação, higiene pessoal, descanso, lazer, convivência e ambulatoriais, devendo ficar fisicamente separadas das áreas operacionais (ABNT, 2018).

Para a Norma Brasileira 12284 (ABNT, 1991), entende-se por canteiro de obras as áreas destinadas à execução e ao apoio dos trabalhos da indústria da construção, dividindo-se em áreas operacionais e áreas de vivência.

Portanto, o canteiro de obras é uma estrutura que dá plenas condições para o desenvolver da obra e que assume características distintas em função dos operários, empresas, materiais e equipamentos presentes nele. Por sua vez, as áreas de vivência são os locais destinados ao descanso, higiene e permanência dos operários e gerentes da obra (SAURIN E FORMOSO, 2006).

2.1 NOMA REGULAMENTADORA 18

A NR-18 (ABNT, 2018) é extremamente importante na construção civil, pois é a norma que aborda e traz aspectos únicos do âmbito dos canteiros. Ela complementa as NBR's e hoje é a principal regulamentação no que diz respeito à segurança e condições de trabalho para os funcionários. Ela traz um conjunto de medidas e práticas a serem implementadas em canteiros que visam o zelo ambiental, colaboram na economia dos recursos e principalmente integridade das pessoas.

Apresenta-se a seguir, alguns itens da NR-18 (ABNT, 2018) de forma resumida com suas exigências e recomendações:

a) Áreas de vivência: são destinadas a atender as necessidades básicas humanas como alimentação, higiene, descanso, lazer e convivência. Nelas devem existir: instalações sanitárias; vestiário; alojamento; local de refeições; cozinha; lavanderia; área de lazer e ambulatório.

b) Instalações Sanitárias: precisa ter 1 lavatório, 1 vaso, 1 mictório, para cada 20 operários ou fração. Um chuveiro para cada 10 operários, local do vaso com, no mínimo, 1m² e área do chuveiro com, no mínimo, 0,8 m².

c) Vestiário: armários individuais com cadeado e bancos com largura mínima de 30 cm. Além de espaço físico com suas dimensões mínimas descritas na norma.

d) Alojamento: é proibido o uso de 3 camas ou mais na mesma vertical, a altura mínima entre a última cama e o teto é de 1,20 m. As menores dimensões das camas devem ser de 0,80m por 1,90m.

e) Local de Refeições: independentemente da quantidade de trabalhadores é obrigatório um espaço reservado para o aquecimento e realização das refeições com condições de higiene e ergonomia.

f) Cozinha: as pessoas envolvidas no preparo dos alimentos devem usar aventais e gorros, também há a necessidade de equipamentos de refrigeração para a conservação dos alimentos.

g) Lavanderia: deve ter tanques individuais e coletivos em número adequado.

h) Área de lazer: Pode ser utilizado o local de refeições para fins de recreação.

i) Escadas, rampas e passarelas: escadas com no mínimo de 0,80m de largura, patamares a cada 2,90m de altura. Rampas provisórias não devem ter inclinação maior que 30°. As escadas de mão são proibidas nas proximidades de portas ou áreas de circulação como também quando

houver riscos de queda de objetos. Este tipo de escada deve superar 1m do piso superior e ser apoiada em piso resistente sem riscos de escorregamentos.

j) Medidas de proteção contra queda de altura: em todo o perímetro da construção de edifícios com mais de 4 pavimentos ou equivalente, é obrigatória a instalação de uma plataforma principal na altura da primeira laje logo depois da concretagem. Esta plataforma deve ter no mínimo 2,50m de projeção horizontal, acima dela, devem ser instaladas plataformas secundárias em balanço a cada 3 lajes.

k) Movimentação e Transporte de materiais e pessoas: as torres de elevadores devem ser dimensionadas em função das cargas a que estarão sujeitas. As rampas de acesso devem ter guarda-corpo e rodapé. É proibida a utilização de guas para transporte de pessoas.

l) Telhados e Coberturas: nos locais de trabalho é obrigatória a existência de sinalização de advertência e de isolamento da área que possa evitar acidentes.

m) Instalações Elétricas: execução e manutenção das instalações elétricas devem ser feitas por profissional qualificado. Os transformadores e estações abaixadoras devem ser instalados em local isolado, com acesso apenas do profissional habilitado e qualificado.

n) Máquinas, equipamentos e Ferramentas diversas: devem ser protegidas todas as partes móveis dos motores e partes perigosas da máquina ao alcance dos trabalhadores. É proibido o uso de ferramentas manuais em bolso ou locais inadequados.

o) Armazenamento e Estocagem de Materiais: o armazenamento não deve prejudicar o trânsito de pessoas, de materiais e o acesso aos equipamentos de combate a incêndio.

p) Ordem e Limpeza: os entulhos produzidos devem ser regularmente coletados e removidos. Sendo proibida a queima ou estocagem desses materiais em locais inadequados do canteiro.

q) Tapumes e galerias: É obrigatório o fechamento do canteiro com tapumes ou barreiras de modo que se possa evitar a entrada de pessoas estranhas à obra.

Todos os itens mencionados acima, além dos que não foram citados, estão detalhadamente descritos na norma, como por exemplo, as dimensões que cada ambiente deve possuir, o pé-direito, o piso e condições de ventilação e higiene. Alguns elementos mais específicos como cabos de aço ou instalações elétricas possuem normas regulamentadoras específicas para o seu manuseio.

Um determinado serviço deve ser executado obedecendo tanto a sua respectiva norma como a NR-18 (ABNT, 2018) ou qualquer outra norma de segurança que cite o mesmo, pois elas são elaboradas para serem aplicadas em conjunto e não se contradizem de maneira que uma ação fique com duas interpretações

2.2 ELEMENTOS DO CANTEIRO

Souza e Franco (1997), afirmam que o canteiro é formado por inúmeros elementos interligados. Portanto, devem ser observados cada vez que se vai planejar um novo canteiro os métodos utilizados, as premissas de layout e o planejamento. Para que então, a partir disso, tenha-se referência para a listagem de todas as partes que se tem de inserir no canteiro a ser concebido.

Segundo Souza e Franco (1997), pode-se listar alguns dos principais elementos presentes na construção:

- a) Ligadas à produção: central de argamassa, pátio de armação, central de formas, central de pré-montagem de instalações, central de esquadrias e central de pré-moldados.
 - b) De apoio a produção: almoxarifado de ferramentas, almoxarifado de empreiteiros, estoque de areia, estoque de argamassa intermediária, silo de argamassa pré-misturada a seco e estoque de dos demais materiais.
 - c) Sistema de transporte vertical móvel: carrinho, jérica, porta-palete, “dumper”; “bob-cat”, sarilho, talha, guincho de coluna e elevador de obras.
 - d) Sistema de transporte vertical fixo: guias, guindastes sobre rodas ou esteiras, bombas de argamassa e de concreto.
 - e) De apoio técnico/administrativo: escritório do engenheiro e estagiário, sala de reuniões, escritório do mestre e técnico, escritório administrativo, recepção, guarita.
 - f) Áreas de vivência: alojamento, cozinha, refeitório, ambulatório, sala de treinamento, área de lazer, instalações sanitárias, vestiário e lavanderia.
-

2.3 PROJETO DO CANTEIRO (LAYOUT)

Vieira (2006), por definição literal layout significa disposição ou plano, é utilizada em vários setores industriais ou de serviços e quando introduzida no ramo da construção civil, tem a finalidade de melhorar a acessibilidade (facilitação do fluxo), localização dos suprimentos e continuidade da qualidade dos processos produtivos.

Frankenfeld (1990) apud Saurin (1997), define que layout é toda disposição física de homens, materiais, equipamentos, áreas de trabalho e de estocagem, representando desta forma a disposição racional das diferentes tarefas da construção.

Vieira (2006) ainda destaca:

“ pode-se concluir que quanto maior o cuidado em relação ao projeto e implantação do canteiro de obras, melhores as probabilidades de sucesso quanto aos aspectos de produtividade, qualidade e, principalmente, segurança do trabalho.”

De acordo com Ferreira e Franco (1998), o projeto do canteiro de obras é definido como uma etapa do processo de construção, na qual, define-se tamanho, forma e localização das áreas de trabalho, bem como, vias de circulação de máquinas e funcionários, criando um ambiente de segurança, higiênico e digno às pessoas.

Para Saurin (1997), a concepção do layout de canteiro de obras considerando todos seus elementos entre áreas de produção, vivência, equipamentos fluxos de movimentação vertical e horizontal deve fazer parte já do cronograma de obra e devem ser pensados ainda na parte de viabilidade do projeto, na qual, direciona-se algum tempo para que, em conjunto com mestres e equipe de segurança esses itens sejam debatidos.

2.3.1 Tipologias de canteiro

Cada canteiro tem suas singularidades devido às diferentes formas de transporte e movimentação, tipos de equipamentos e métodos construtivo. Além também, das diferentes

frentes de trabalho determinadas no planejamento. Logo, é normal haver diferentes layouts de obras.

Como descrito por Illingworth (1993) apud Saurin & Formoso (2006), os canteiros de obra podem ser enquadrados dentro de um dos três seguintes tipos: restritos, amplos e lineares

a) restritos (figura 1): são canteiros que quando vistos em planta apresentam grande área construída em relação à área total do terreno. A esse aspecto, dá-se o nome índice de ocupação. São terrenos encontrados em áreas centrais das cidades, nas quais, geralmente já possuem edificações ao redor, conferindo ao canteiro um aspecto enclausurado e de poucos acessos;



Figura 1- Canteiro tipo restrito (fonte: escolaengenharia.com.br)

b) amplos (figura 2): sendo o oposto do primeiro, esse tipo de layout conta com grande área de terreno e uma área construída que não encobre tanto o canteiro. A edificação ocupa uma parcela razoável do canteiro, entretanto, não compromete a criação de almoxarifados, estoque, áreas de apoio em geral. Geralmente, são canteiros de obras de infraestrutura, ou grandes empreendimentos residenciais;



Figura 2 - Canteiro tipo amplo (Fonte: escolaengenharia.com.br)

c) linear (figura 3): são restritos em apenas uma das extremidades, com difícil acesso devido ao número reduzido de entradas. Tem-se como exemplo trabalhos em estradas de ferro ou rodagem;



Figura 3 - Canteiro tipo linear (fonte: escolaengenharia.com.br)

Saurin e Formoso (2006) acrescentam que, o primeiro tipo de canteiro (restrito) é o mais frequente nas áreas urbanas das cidades, especialmente nas áreas centrais. Devido ao elevado custo dos terrenos nessas áreas, as edificações tendem a ocupar uma alta porcentagem do terreno em busca de maximizar sua rentabilidade.

Ainda, Illingworth (1993) apud Saurin & Formoso (2006), afirma que os canteiros restritos são os que exigem mais cuidados no planejamento, devendo-se seguir uma abordagem criteriosa para tal tarefa.

3. LOGÍSTICA

Para Vieira (2006), a organização do canteiro de obras é fundamental para o bom desenvolvimento das atividades, evitar desperdícios de tempo, materiais e serviços, sendo esses os três principais pilares do orçamento de uma obra. A logística tem uma responsabilidade muito grande nesse contexto, a qual, deverá procurar dar sua contribuição na elaboração do planejamento, organização e projeto do layout, para que todo o processo de desenvolvimento da obra transcorra da melhor forma possível.

Silva e Cardoso (1998) trazem o conceito de logística na construção civil como um processo de integração das etapas de execução dentro de um canteiro de obras. Visando garantir tanto o fluxo de insumos, ou seja, abastecimento, armazenamento e a disponibilização de recursos materiais nas frentes de trabalho, bem como, o dimensionamento das equipes de produção e a gestão de fluxos físicos de produção.

Para isso, atividades de planejamento, organização, direção de controle, são primordiais para o fluxo de informações.

3.1 MELHORIAS PELA LOGÍSTICA

Silva e Cardoso (1998) também acrescentam que o projeto logístico de um canteiro tem uma influência muito grande nos tempos de deslocamentos e na movimentação de materiais, interfere na execução das atividades, assim como, na produtividade como um todo. Projetos de canteiro bem planejados e com uma logística bem desenvolvida certamente podem proporcionar importantes melhorias no processo produtivo, a seguir descritos:

- a) condições de operações seguras e salubres, não gerando hiatos produtivos por acidentes de trabalho;
- b) distâncias de movimentação otimizadas reduzindo tempos improdutivos;
- c) minimiza perdas de materiais durante os deslocamentos e reduz desgaste de equipamentos;
- d) consolida a fidelização dos prazos e cronogramas de execução;

Vieira (2006), diz que o planejamento da logística deve ser integrado ao planejamento do layout. O objetivo a ser atingido é o de garantir o fornecimento de insumos e de toda a infraestrutura necessários para o perfeito funcionamento dos processos relacionados às instalações do canteiro.

O planejamento logístico traz princípios genéricos dentro de seus conceitos e métodos como:

- a) improvisação não é algo inaceitável, mas torna-la rotina prejudica em todos aspectos, logo, deve-se reduzi-la ao máximo;
- b) armazenagem mais eficiente é aquela que não existe; caso não possa evitá-la, reduza-a. Quando a armazenagem é inevitável, procurar utilizá-la através do aproveitamento cúbico e não linear ou metragem quadrada;
- c) transporte mais eficaz é aquele que não existe, porém, se não puder evitá-lo, reduza-o. Pensar também no meio mais adequado para transporte;
- d) caminho mais curto entre dois pontos é em linha reta; procurar aproximar-se dela quando desejar percorrer dois pontos;
- e) força motora mais econômica é a da gravidade, utilize-a sempre que possível;
- f) equipamentos de transporte circulando sem carga é tempo perdido e custo incorrido; sempre que for transportar alguma coisa preveja cargas de retorno;
- g) ter a perfeita consciência dos tipos de materiais e processos a serem desenvolvidos num canteiro é estar consciente dos equipamentos de movimentação adequados e necessários e dos tipos e locais de armazenagem mais satisfatórios nesse canteiro;
- h) procurar sempre aqueles equipamentos de movimentação mais flexíveis, ou seja, que possam ser adaptáveis ao maior número possível de materiais e processos;
- i) obra organizada, limpa e segura possui um efeito psicológico motivacional ainda maior sobre o funcionário eficiente e um efeito de constrangimento sobre o funcionário relapso.

Princípios básicos, como estes, devem nortear o planejamento, os quais, se considerados com critério e aplicados com uma boa dose de bom senso, podem levar os planejadores a uma solução bastante satisfatória.

4 . PLANEJAMENTO

Neto (2007) diz que, comumente o termo projeto é associado a um produto que será produzido. Porém, pode-se também fazer o projeto da maneira como algo será produzido, a isto, chama-se de projeto de sistema de produção ou PSP.

Schramm (2004) destaca que existem muitas interações que são fundamentais para a formação de sistemas produtivos eficientes. Conseqüentemente, o projeto do produto está intimamente relacionado à tecnologia empregada, ao layout das instalações fabris, ao controle e qualidade de produção entre outras características dos sistemas produção.

Essa tríade fica mais importante quando se pensa que os custos iniciais de projeto são muito baixos se comparados com os custos iniciais de produção. Logo, é interessante que se trabalhe a ideia de projeto de sistema produtivo mutuamente com o projeto de produto. Essa sobreposição impacta no tempo entre concepção inicial de produto até o lançamento em mercado. Ganha-se tempo ao trabalhar em paralelo como dito antes. Evita-se um tempo perdido por adequação de produção.

O PSP tem impacto direto na eficiência produtiva. Um processo implantado no local errado, com capacidade insuficiente, um arranjo físico desordenado, tecnologia inadequada, tende a não satisfazer os consumidores. Schramm (2004) traz a próxima figura para mostrar o quanto importante faz-se o PSP. Na figura 4, a etapa de projeto da produção é paralela ao projeto de produto, sendo o resultado final dependente de ambos.

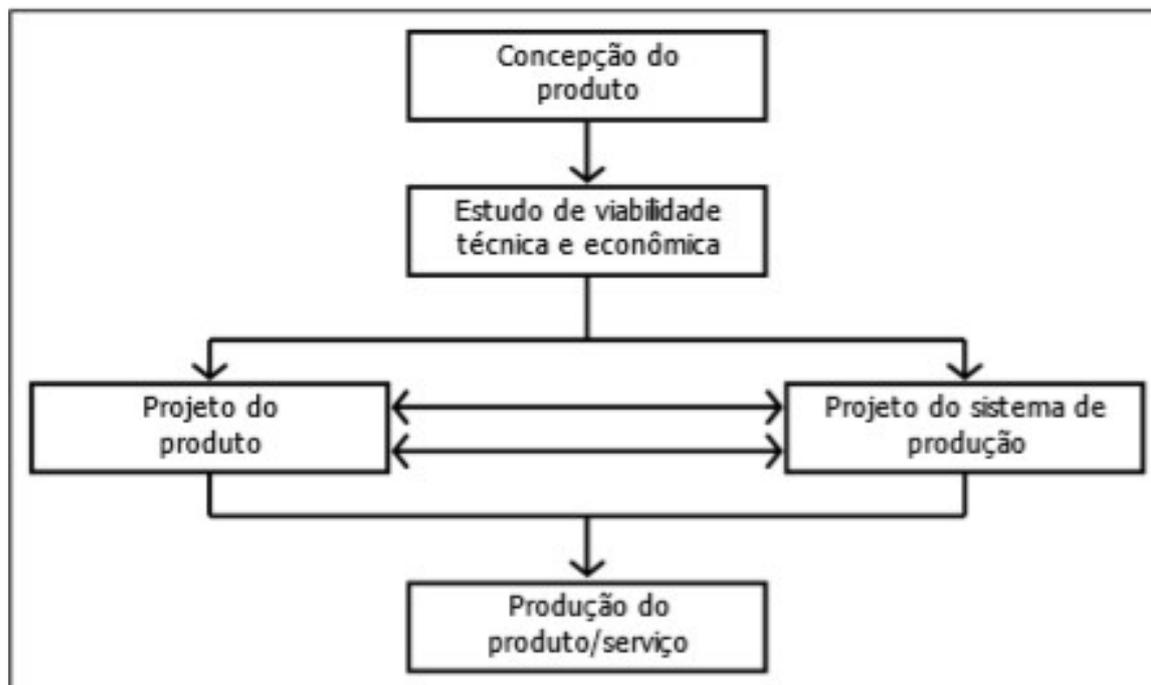


Figura 4 – Projeto de produto e do sistema de produção (fonte: Schramm, 2004)

O PSP é uma atividade de gestão de operações que deve ser realizada antecipadamente em relação ao início das atividades de produção. Quanto maior a sobreposição temporal entre as atividades de projeto do produto e de projeto do sistema de produção, maiores serão as oportunidades para a redução das parcelas de atividades que não-agregam valor no sistema de produção, pois, o PSP representa a solução mais básica para a redução de características negativas ligadas ao processo produtivo. Na figura 5, tem-se a segmentação das etapas de projeto de produto e projeto de processo. Ficando evidente a sobreposição temporal antes citada (Schramm, 2004).



Figura 5 - Visão integrada do desenvolvimento de produto (fonte: Schramm, 2004)

Efetivamente, a concepção do sistema de produção inicia-se pelo takt-time, que dita o ritmo de produção relacionado à demanda. A finalidade dessa definição é sincronizar a produção através de operações que atendam ao ritmo, nivelando a capacidade produtiva.

Berr (2007) define takt time como o tempo disponível para a produção dividido pela demanda do cliente. O Tempo Takt foi usado pela primeira vez como ferramenta de produção na indústria aeronáutica alemã na década de 1930. Seu conceito foi utilizado pela Toyota na década de 1950 e seu uso já estava completamente difundido na cadeia de fornecedores da empresa na década seguinte.

Após, são concebidas várias opções de processo, as quais após avaliação do takt-time são elencadas as três melhores e são simulados layouts, visando transformar uma concepção numa linha de produção real. Por último, define-se máquina e equipamentos que estejam em consonância com o takt-time.

Conforme Neto (2007), a metodologia do PSP faz interface tanto com desenvolvimento de produto quanto com o planejamento da produção. Logo o processo interliga as partes de produto e de processo produtivo, organizando-os de modo a facilitar a gestão global.

O PSP ele pode ser dividido em duas óticas: uma estratégica e outra operacional.

As decisões sob o ponto de vista estratégico são: integração vertical, gestão de capacidade produtiva de longo prazo e decisões de localização de operação produtiva.

A integração vertical consiste na decisão entre, ou comprar um produto pronto de um fornecedor externo ou produzi-lo internamente. Essa decisão é tomada a partir da análise de qualidade, rapidez, confiabilidade, flexibilidade e custos.

As decisões de capacidade têm relação direta com a demanda de itens a serem processados para o fluxo produtivo. Na construção civil o sistema de produção de edificações habitacionais é denominado como um sistema de produção puxada, na qual nada do sistema acontece antes da contratação dos serviços e obtenção de algum recurso. As diretrizes de capacidade produtiva têm efeito direto nos custos e outros indiretos ligados a gestão geral, podendo influenciar elementos de planejamento, controle e qualidade.

O ideal seria ter uma capacidade dimensionada de modo a garantir fluidez na produção, contudo, sabe-se que o ambiente de canteiro seja, talvez, a fábrica com mais processo para um único produto. Além disso, é normal que cada processo ocorra numa velocidade. Porém, para que haja uma harmonia no fluxo deve-se balizar as velocidades dos processos pelo mais lento. Logo a capacidade de todo sistema está limitada a capacidade do processo de menor carga produtiva. A este fenômeno chama-se gargalo de produção. Sendo o ponto mais importante da carga de produção.

Já pela perspectiva operacional, PSP preocupa-se com o arranjo físico das instalações e por consequência o fluxo do produto através do sistema. Também, preocupa-se com a seleção da tecnologia a ser empregada e com a gestão do pessoal da produção.

4.1 ARRANJOS E FLUXOS FÍSICOS

Segundo Schramm (2004), o arranjo físico (layout) refere-se ao local onde está situado a plataforma de operação do processo. Contendo todo maquinário, material, mão de obra, esse arranjo é extremamente importante pois impacta nos fluxos de produção.

Um rearranjo físico de um sistema de produção interrompe a sequência de operação, levando a perdas na produção. Além disso, um arranjo mal pensado implica fluxos excessivamente longos ou com muitas interferências entre outros fluxos, podendo haver perda de material, criação de movimentos desnecessários, perdendo-se assim o controle sobre a operação.

Slack (1997) apud Schramm (2004) elenca quatro tipos básicos de arranjo:

- a) arranjo físico por produto;
- b) arranjo físico por processo;
- c) arranjo físico celular;
- d) arranjo físico posicional.

No caso da construção civil aplica-se o arranjo físico posicional, no qual o produto permanece fixo enquanto os recursos de operações transformadores convergem para seu redor e vão se agregando ao produto com o passar do tempo e, no fim, quando o produto estiver pronto desmobiliza-se toda linha da fabricação para outro local.

Logo, pode-se afirmar que o projeto de layout na construção civil é determinado em função dos fluxos de trabalho, sequência de operação, trajetória de operação (Schramm, 2004).

Nesse sentido Saurin (1997) afirma que não é possível separar o problema do layout da atividade de planejamento da produção, pois, o layout é o substrato da operação, sendo facilitador ou dificultador para realização das operações.

Na manufatura o fluxo de trabalho é definido como máquina estacionários um produto que vai sendo percorrido de máquina em máquina até ficar finalizado. Na construção civil, o produto tende a ser estacionário e várias equipes que se movem no entorno completando o seu trabalho que, por vez, é condicionante para próxima frente de operação, essa sucessão de frentes e suas conclusões resultam na edificação.

Entretanto, se analisada a característica de que os pacotes de serviços na construção vão passando de operador para operador, tem-se uma lógica de execução que é análoga à manufatura.

Portanto, deve-se considerar princípios de manufatura quando pensado no layout, pois este com as localizações de seus equipamentos e sequenciamento de tarefas que se traduz em equipes ditam os fluxos do canteiro.

A sincronização da produção preconiza a chegada de material ou equipamentos até o centro de operação em tempo suficiente para produção, evitando estoques, reduzindo tempos ociosos, reduzindo custos e melhorando a performance do processo. Melhorando também a questão de avaria ou perda de material em estoque:

Os três principais métodos de fluxo de produção contínuo são:

- a) balanceamento: igualar o tempo de processamento de cada etapa;
- b) nivelamento: igualar material em relação ao tempo;
- c) sincronização: dar ritmo ao fluxo de matérias entre as estações de trabalho.

O projeto de processo é a definição dos meios específicos a serem utilizados pelos centros de produção para manterem-se aderidos ao cronograma idealizado para cada etapa de produção.

Com essas definições consegue-se:

- a) caracterizar minuciosamente todas etapas da operação;
- b) mapear os equipamentos necessários;
- c) entender os métodos, procedimentos, normas e legislações a serem observadas;
- d) otimizar a operação focando no “como operar”, além de estratégias de controle e monitoramento e manutenção dos equipamentos.

A maioria dos recursos que serão empregados são definidos nesta etapa. Contudo, essa etapa ela é contínua e vai acompanhado a operação. A escolha de recursos e equipamentos não é feita uma vez unicamente para todo o ciclo produtivo.

Na construção civil, o projeto dos processos ajuda a coordenar e antever conflitos de maneira preventiva. Destaca-se informações importantes a serem decidida neste passo:

- a) disposição e sequencia de atividades de obra e frente de serviço.;
- b) uso de equipamentos;
- c) arranjo e evolução do canteiro.

Esse projeto deve conter instruções cuja finalidade seja orientar a execução do empreendimento e para que defina a execução, devem ser orientados por diretrizes que levem em conta as características do sistema construtivo. São exemplos de documentos de projetos de execução:

- a) diagrama de fluxo simples;
-

- b) diagrama de fluxo de processo;
- c) folhas roteiro;
- d) gráficos de processo;
- e) procedimento internos;
- f) procedimento normativos.

5. DIRETRIZES PARA PLANEJAMENTO DE LAYOUT DE CANTEIRO

Este capítulo traz uma síntese das contribuições de Saurin (1997) e Saurin e Formoso (2006).

Traz-se aqui experiências e propostas que visam orientar a elaboração de canteiros e minimizar o desperdício de um modo geral. Além disso, contribuir para uma melhor fluidez dos processos. Portanto, tem-se a seguir as etapas.

a) análise preliminar: nesta etapa inicial preocupa-se com a coleta de dados iniciais, que darão suporte para as etapas seguintes. Deve-se seguir todas etapas integralmente para que não ocorram atrasos por falta de informações. Essa coleta é rápida se a construtora já utiliza um padrão para instalações de canteiro.

As principais informações que devem ser coletadas nessa etapa são descritas a seguir.

a.1) Programa de necessidades do canteiro: devem ser listadas todas as instalações de canteiro que deverão ser locadas, estimando-se a área aproximada necessária para cada uma delas (aplicação de check list).

a.2) Informações sobre o terreno e o entorno da obra: devem estar disponíveis informações tais como a localização de árvores na calçada e dentro do terreno, pré-existência de rede de esgoto, passagem de rede alta tensão em frente ao prédio, desníveis do terreno, rua de trânsito menos intenso caso o terreno seja de esquina. Mesmo que estas informações estejam representadas nas plantas dos vários projetos, é recomendável a conferência in loco.

a.3) Definições técnicas da obra: devem estar definidas as principais tecnologias construtivas adotadas, a fim de que se possa ter claro quais serão os espaços necessários para a circulação, estocagem de materiais e áreas de produção.

a.4) Cronograma de mão-de-obra: deve ser estimado o número de operários no canteiro para três fases básicas do layout, ou seja, para a etapa inicial da obra a etapa de pico máximo de pessoal e a etapa final ou de desmobilização do canteiro.

a.5) Cronograma físico da obra: a elaboração do cronograma de layout requer a consulta ao cronograma físico da obra, uma vez que é normal a existência de interferências entre ambos. Embora o cronograma físico original possa sofrer pequenas alterações para viabilizar um layout mais eficiente, deve-se, na medida do possível, procurar tirar proveito da programação estabelecida sem alterá-la.

a.6) Consulta ao orçamento: com base no levantamento dos quantitativos de materiais e no cronograma físico, podem ser estimadas as áreas máximas de estoque para os principais materiais.

b) Arranjo físico geral: nesta etapa, também chamada de macro-layout, são feitas a distribuição dos espaços físicos do canteiro, e analisadas as posições relativas de cada área. Começa-se a pensar uma alocação de área de vivência, considerando as diretrizes da NR 18, áreas de produção e áreas de apoio à produção como central de argamassa, almoxarifado.

(c) arranjo físico detalhado: tem como base a etapa anterior, mas de uma maneira mais específica. Escolhe-se um dos macro-layouts antes comentados e desenvolve-se de maneira mais detalhada, estabelecendo lugar para equipamentos e máquinas dentro de cada espaço. Envolve o detalhamento do arranjo físico geral, ou a definição do micro-layout, no qual é estabelecida a localização de cada equipamento ou instalação dentro de cada área do canteiro. Nesta etapa também se define questões de ventilação e iluminação das áreas de vivência.

(d) detalhamento das instalações: mesmo que as instalações do canteiro tenham um caráter provisório, devem ser pensados para que se evite imprevistos e paradas desnecessárias, por exemplo, por uma simples falta de tomada para ligar um equipamento. Portanto, aqui pensa-se nos pontos elétricos e hidráulicos, móveis, tipo de pavimentação, até os meios de segurança e fixação das proteções.

(e) cronograma de implantação: este cronograma deve apresentar graficamente a lógica de operação entre as alterações de layout, bem como deixar definido em qual etapa da obra da obra isso ocorrerá, por exemplo: após finalização do térreo.

Saurin & Formoso (2006) ainda acrescentam que o layout de canteiro deve ser estudado a partir dos anteprojetos arquitetônicos, sob um olhar mais aberto até a iminência de execução da obra, onde já deve estar tudo decidido com relação ao canteiro. Para que assim evite-se o que ocorre usualmente, que são canteiros nada planejados, fruto apenas de restrições dos processos que estão ocorrendo.

6. METODOLOGIA

Esta pesquisa pode ser classificada como aplicada e exploratória, submetida à pesquisa bibliográfica. Os procedimentos caracterizam um estudo de caso. Esta modalidade de pesquisa envolve a inserção do pesquisador no meio pesquisado, diagnóstico do problema e avaliação dos dados.

Através do estudo referente à avaliação da interferência que o layout de canteiro pode causar no planejamento de uma obra, foi escolhido como estudo de caso um canteiro diferenciado dos demais existentes na cidade de Porto Alegre.

Quando o processo de concorrência foi aberto, o cliente ainda não detinha os projetos consolidados mostrando detalhes executivos. A consequência disso é que os participantes trabalham em cima de concepções básicas e projetos arquitetônicos. Isso cria um impedimento para fazer uma modelagem dos cenários de canteiros e até mesmo de modelagem de produção via *software*.

Esse empreendimento pode ser visto pela ótica de operação ou pela ótica de execução. Inicialmente, explica-se sobre como será o empreendimento pela ótica de operação. Ele tem um caráter misto entre comercial e residencial, dividido em três setores, o primeiro, um empreendimento que contará com um shopping voltado a materiais de construção e decoração. Já o segundo, voltado para o público com lojas, cinemas e afins. Por último, uma torre residencial que ficará acima do shopping center. Ela terá vinte andares residenciais. Também, cabe explicar que durante a operação tratar-se-ão de três diferentes gestões, cada shopping sob uma gestão executiva, além do condomínio residencial que ficará, após a entrega, sob a gestão condominial.

Já sob a ótica da execução essa obra está dividida em duas partes. A primeira, ligada à execução de dois shoppings, cuja responsabilidade está com a aqui chamada construtora A. Já a segunda, no caso a torre residencial, a responsabilidade pela execução encontra-se com a aqui chamada construtora B. A construtora A possui vasta experiência no mercado de grandes obras comerciais. Já a construtora B tem sólido conhecimento em construções residenciais de alto padrão. Cabe salientar que a torre residencial fica inteiramente acima do shopping center.

O plano de execução inicial seria com construtora A iniciando as atividades preliminares de canteiros e estendendo-se até a supraestrutura das partes comerciais. Após, a construtora A sairia do canteiro para que entrasse a construtora B, executando a parte residencial. Essa tática

era principalmente no sentido de reduzir ao máximo a interferência de duas construtoras com objetivos diferentes ocupando o mesmo canteiro.

Entretanto, a gestora do shopping de materiais para construção civil, solicitou que fosse pausado o cronograma daquele setor. Mesmo assim, o restante da obra, parte comercial e parte residencial, não poderiam ter seus cronogramas interrompidos. Assim, o setor foi temporariamente parado, porém, as atividades ao redor continuaram e decidiu-se que mais tardiamente as equipes voltariam para aquele setor.

Isso gerou a necessidade de uma adaptação no plano de ataque da obra. As duas principais implicações dessa mudança foi que o canteiro passou a ser um canteiro amplo pois uma área considerável poderia ser utilizada como canteiro para guardar máquinas e formas. Isso beneficiou a produção que agora contava com um amplo espaço para estoque. A segunda implicação é que essa mudança gerou maior interferência entre os processos e até mesmo entre as construtoras. Seria necessário que se voltasse com equipes, maquinário e formas àquela região. Isso poderia gerar sobreposições de atividades.

A empresa com a qual se teve contato integralmente foi com a construtora A. No canteiro ela era formada por quatro engenheiros. Dois engenheiros responsáveis pela execução de canteiro e compra de material, outro engenheiro responsável por planejamento e um supervisor de obra. Contam também com uma equipe de 4 estagiários, 2 técnicos de segurança, e dois administrativos. As reuniões foram realizadas com os dois engenheiros residentes e com o engenheiro de planejamento.

Já na operação de canteiro, a empresa conta com dois empreiteiros, cada um tendo na média de 150 funcionários. Portanto, um efetivo de até 300 colaboradores por dia.

O escopo da construtora A do empreendimento estava muito bem definido. Ele estava compreendido entre serviços de terraplenagem, fundação e supraestrutura. Isso acabou gerando poucos tipos de serviços e as frente atacavam as tarefas com robustez e agilidade.

O volume de concreto estimado é de 35.000 m³ para este escopo, resultando algo em torno de 16 meses de trabalho.

O método construtivo utilizado é concreto armado moldado *in loco* do tipo lajes nervuradas, que reduzem muito o peso próprio da estrutura, reduzindo custo e tempo de concretagem. Há

pelo menos uma concretagem por semana. Uma concretagem mobiliza algo em torno de 60 caminhões-betoneira em um único dia.

A presente pesquisa envolveu observação do processo produtivo, reflexão e análise dos fatos baseado na realidade do canteiro de obras e nas bibliografias consultadas, identificando interferências no planejamento decorrentes de um layout de canteiro, falhas e possíveis aspectos a serem melhorados para o aperfeiçoamento do processo produtivo. A abordagem dos fatos se deu de modo qualitativo.

O processo de observação, registros e análises feitas através de visitas técnicas duraram 8 semanas. Para apresentação de resultados dos diagnósticos, foram realizados registros fotográficos das situações encontradas. Uma vez no canteiro, foi possível observar e fotografar, para posterior análise e conclusão da situação encontrada.

Além disso, foram realizadas uma série de entrevistas estruturadas com os engenheiros de planejamento e um dos engenheiros residentes do empreendimento. A entrevista feita ao engenheiro de planejamento foi possível compreender o processo de criação de layout juntamente com a criação do planejamento de produção do canteiro.

7. APRESENTAÇÃO DOS DADOS

7.1 PLANEJAMENTO DO CANTEIRO

Aqui pretende-se explicar como foi todo o processo de planejamento e início das atividades dentro do canteiro.

Primeiramente, quando se pretende consolidar um layout de canteiro, mesmo que de forma genérica, é necessário que sejam entendidos quais os fluxos principais dentro do canteiro, bem como, a sequência ideal de execução da obra.

A sequência ideal da obra é orientada através da elaboração de um plano de ataque da obra e também da logística interna de canteiro da obra. Existem certas condicionantes que afetam o plano de ataque de uma obra.

Primeiramente, são observadas as questões contratuais que mais especificamente estão ligadas aos prazos. É comum que as obras tenham datas de conclusão bem específicas para certas etapas.

Nesta obra existem datas marco específicas para certos setores da obra. Então, essa é a primeira restrição quanto ao plano de ataque, pois, deve-se atacar a obra de modo a atender esses prazos. As datas são definidas pelo cliente contratante e amplamente divulgados ainda na fase de concorrência para as empresas participantes do processo de contratação.

Nesta etapa inicial de concorrência aberta, além de estipular prazos o cliente também estabelece um orçamento balizador para execução do empreendimento além de outras condicionantes e observações.

Essa necessidade de haver datas muito bem estipuladas vem da particularidade do canteiro de haver outros clientes antes mesmo do cliente final. Como explicado anteriormente, existem duas construtoras envolvidas na obra, aqui chamadas de construtora A e construtora B, as quais, cuidam da execução da parte comercial e residencial, respectivamente. A empresa A está incumbida de executar apenas terraplenagem, fundações e supraestrutura da parte comercial. Isso significa que uma vez concluído o cronograma da empresa A, entrará a construtora B para execução integral da parte residencial.

A segunda condicionante é o orçamento. É razoável pensar que há um custo em fazer as instalações provisórias do canteiro, sejam elas alugadas ou construídas no canteiro mesmo. No

canteiro analisado, a posição onde seriam instaladas as áreas de vivência e engenharia variavam muito o custo em função do lugar. Deve-se lembrar que nesta decisão estão englobados gastos envolvendo redes elétricas e hidrossanitárias provisórias, fossas, portarias, sistemas de vigilância, itens todos de custos e que não geram valor para o cliente final.

Por último, tem-se a condicionante especificamente de ataque da obra. Ela se embasa na decisão da melhor sequência para executar a obra, sempre atreladas às duas condicionantes anteriores, prazo e custo. Essa parte de decisão fez-se juntamente à engenharia de obra, pois engloba a expertise dos executantes e isso tem um grande peso no processo. Ou seja, a equipe de planejamento conversa com a equipe de execução para que se chegue a um resultado satisfatório de canteiro. Na construtora A, as reuniões deram-se entre o engenheiro de planejamento e o engenheiro de execução.

Fora essas condicionantes principais citada por um dos engenheiros da obra, percebeu-se que outras informações foram relevantes nessa concepção. A questão da disposição das vias de acesso, para decisão dos portões de acesso, lembrando que um dia usual de concretagem envolve cerca de 60 caminhões betoneira.

Nessas reuniões também se decidiu onde alocar os portões de acesso, em função do tráfego interno e externo do canteiro. Onde alocar a grua para garantir uma eficiência no seu raio de ação. Qual seria o sentido da varredura de execução. Se seria melhor avançar no canteiro primeiro de forma horizontal e depois vertical, ou ambas em paralelo.

Questões de geotecnia, nível do lençol freático também são interessantes para saber a altimetria do terreno, suas diferenças de níveis, onde fazer escavações. Reforça-se aqui que o nível mais baixo do subsolo em alguns pontos está 4 metros abaixo do nível freático.

A figura 6 mostra quais foram as informações necessárias para se realizar o canteiro em estudo.

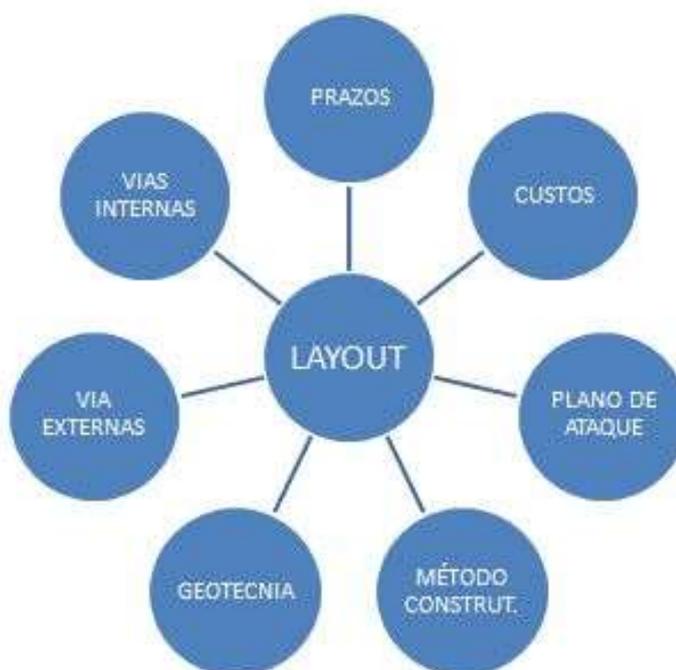


Figura 6 - Dados considerados para criação do layout (fonte: autor)

7.2 CRIAÇÃO DOS CENÁRIOS

Uma das restrições que as construtoras têm por natureza é o material que é entregue pelo cliente. A qualidade e detalhamento de informações que chegam à construtora é, usualmente, escassa.

Neste empreendimento, foi entregue para a construtora A unicamente o projeto executivo não detalhado, no qual, era tratado exclusivamente de um projeto geométrico de eixos. Ou seja, como o escopo era unicamente a execução de terraplenagem, fundações e supraestrutura, a construtora A ficou limitada a esses projetos, o que pode ter sido prejudicial para o empreendimento de um modo geral, pois bloqueia os olhares dos outros profissionais, já que, é razoável pensar que quanto mais olhares um projeto tiver, mais chances de serem encontrados problemas e quanto antes serem solucionados.

A construtora A usualmente trabalha com modelos BIM dos empreendimentos para auxiliar no layout do canteiro. Neste empreendimento, principalmente pela questão de tempo, não houve essa oportunidade para modelagem.

Outro aspecto que prejudicou nesta etapa de planejamento foi o tempo extremamente curto entre a finalização da etapa de concorrência e o início de planejamento de obra, algo em torno de uma semana e para início de execução, algo em torno de 20 dias.

Logo, tornou-se inviável pensar num plano de ataque criterioso mais uma modelagem virtual para decisões de planejamento dentro de 5 dias úteis, sequer, tendo a base do projeto modelado. Nesta obra foi feito de maneira tradicional, com os engenheiros esboçando em várias plantas e rascunhos até que se chegasse num modelo que atendesse às necessidades do canteiro. Foram montados diversos cenários de canteiro para que pudessem ser analisados e se chegasse a uma conclusão satisfatória.

Segundo o engenheiro de planejamento, a etapa de projetos poderia ser melhor aproveitada se fosse utilizada para fazer esse tipo de planejamento de canteiro. Entretanto, as mobilizações iniciam apenas na construção da obra. Se fosse dado o tempo adequado para essa etapa de planejamento modelagem, as decisões que seriam tomadas acabariam sendo mais baratas. Ou seja, é mais fácil realizar mudanças e adequações enquanto o canteiro ainda não foi iniciado. Com isso, também, salva-se um pouco mais do orçamento gerando menos imprevistos e alterações.

Na etapa de projetos existe mais facilidade para tomar decisões, e caso existam mudanças, elas acabam não sendo tão onerosas. Na figura a seguir tem-se o layout atualizado do canteiro com os fluxos dos processos das principais frentes.

Pode-se perceber que a linha de fluxo da madeira (marrom) mesmo sendo de simples acessos tem a dificuldade de ter o ponto de partida muito distante do ponto de aplicação, algo em torno de 80 metros. Isso dificulta para o funcionário que deve deslocar-se grandes distâncias carregando peso, além de ter de cruzar vias onde transitam caminhões e carros, sendo assim, mais um agravante para acidentes de trabalho.

Já a linha de fluxo das armaduras (laranja) tem a semelhança de fazer os funcionários caminharem longas distâncias carregando peso, e ainda, tem o problema de desorganização do estoque de aço. Isso porque não é bem definida a área de armazenamento de aço. Tem-se a impressão que onde há um espaço livre, prontamente larga-se ali o aço. E pôde-se constatar isso nas visitas. Havia aço espalhado por todo canteiro e ainda, quase todos identificados apenas com a etiqueta vinda do fornecedor que é facilmente rasgada. Ou seja, a identificação do local de aplicação daquele aço também é um problema. Às vezes um funcionário menos esclarecido pode pegar o material errado e isso pode gerar retrabalho além de tempo improdutivo.

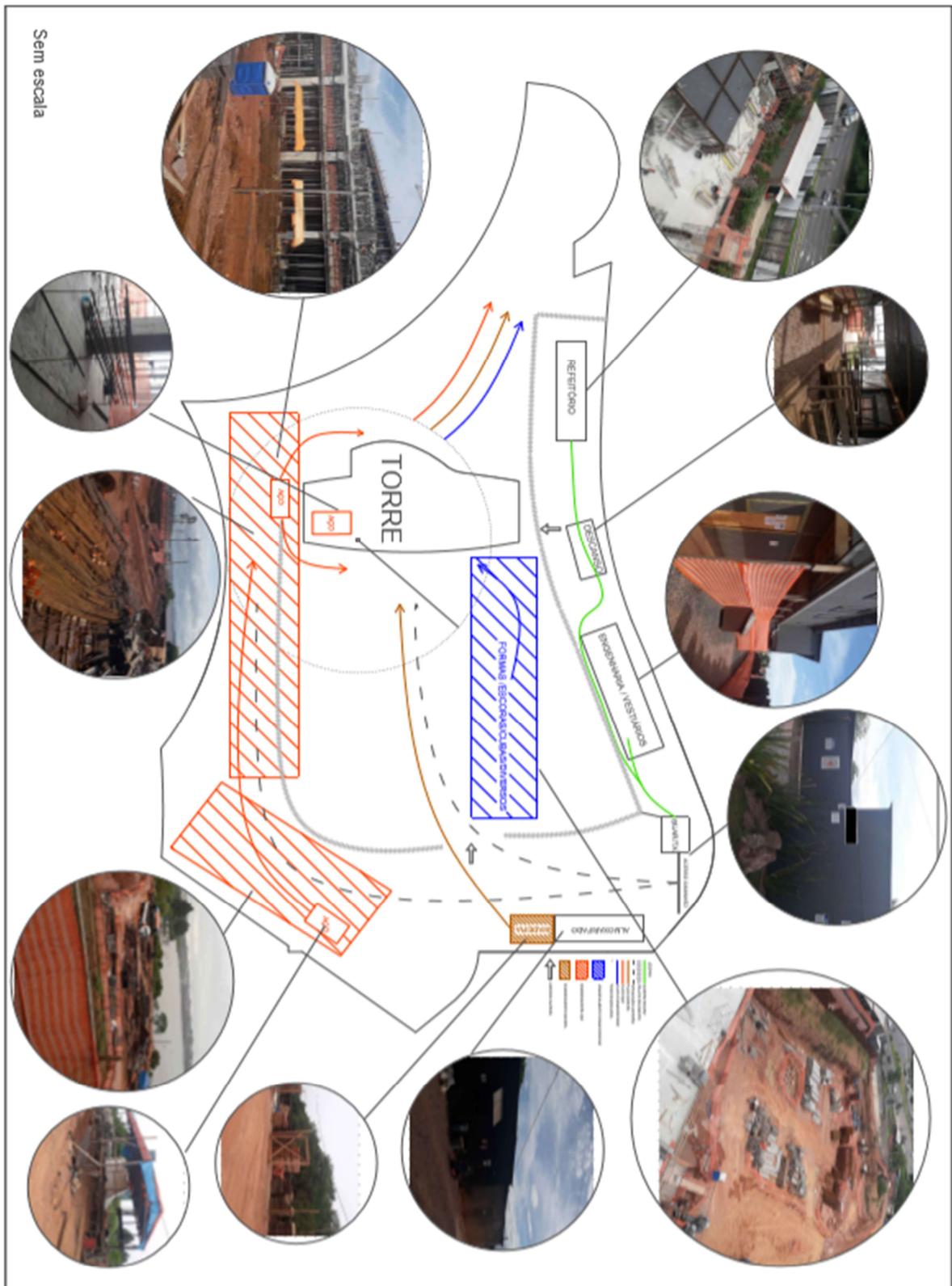


Figura 7- Layout e fluxogramas (fonte: autor)

7.3 EXECUÇÃO DO CANTEIRO

A concorrência desse empreendimento iniciou-se em junho de 2018. A elaboração da proposta para participar da concorrência era dividida em econômica e técnica. Essas propostas baseiam-se em dados históricos de consumo e produtividade da própria construtora.

Somente após a construtora A ter sido contratada, foi que realmente a equipe técnica entrou em ação e começou a trabalhar em cima do empreendimento. Essa equipe não entrou em atividade durante a etapa de concorrência devido ao risco de haver outras construtoras na disputa, o que geraria incerteza sobre a execução do empreendimento e acabaria sendo oneroso deslocar profissionais para elaboração da proposta mais densa, sem ter a garantia de ganhar a concorrência. Em geral quem elabora a proposta é uma equipe de orçamentação, como ocorrido na construtora A.

O resultado da concorrência deu-se em dezembro de 2018. A partir daí, a empresa contratada começa a pensar e planejar a execução. Inicialmente, nas primeiras reuniões sobre planejamento e execução já houve mudanças por parte do cliente.

Essas mudanças iniciais de plano de execução também tinham a obrigação de atender às exigências básicas do cliente. A figura 8 traz um resumo dos períodos mais importantes até o início efetivo da obra.

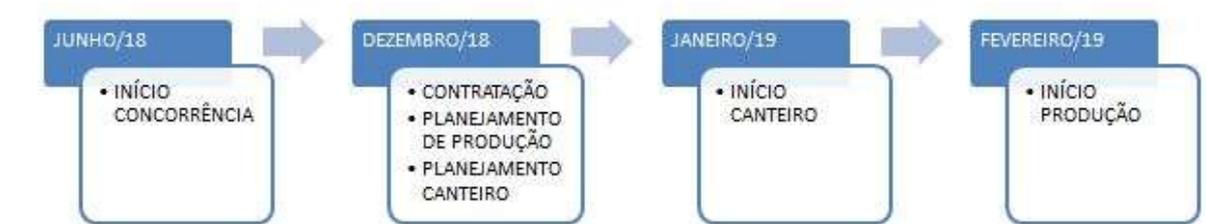


Figura 8- Cronograma realizado até início da obra (fonte: autor)

Uma das mudanças do empreendimento por parte do cliente foi o plantão de vendas que antes não estava no escopo. Além disso, a maneira como o cliente estava exigindo o plantão, demandava uma atenção maior. Na figura 9 pode-se ver que aquele entorno, por si só, já era uma obra diferenciada.



Figura 9- Plantão de vendas (fonte: construtora B)

Havia-se imaginado alocar a área de vivência exatamente onde o cliente exigiu o plantão. Então, quando a construtora entrou na obra, prontamente teve de mudar de estratégia, pois, já não havia mais aquela área disponibilizada para áreas de vivência, sanitários e refeitório.

As obras de instalação de canteiro estavam com início previsto para o dia 07 de Janeiro do 2019, entretanto, iniciaram 20 de Janeiro.

Fora isso, o empreendimento precisava de uma liberação do IPHAN que é uma organização federal que trata de aspectos arqueológicos que fizeram inspeções de arqueologia no início da obra. Sabia-se que haveria essa particularidade, mas, o que não se sabia, era a dimensão do protocolo de aplicação de investigação arqueológica. Cada vez que se tem arqueologia não se sabe o que será encontrado naquele sítio. Cabe salientar aqui, que a empresa responsável pela arqueologia não participara do processo de licitação, com isso não se conseguiu montar uma estratégia de investigação que fosse eficiente naquele terreno.

Houve, inicialmente, um canteiro provisório que era um contêiner, isso durante a etapa de limpeza do terreno (figura 10).



Figura 10 - Canteiro inicial (fonte: construtora A)

No momento inicial foram enfrentados alguns imprevistos, principalmente pela questão topográfica pois havia algumas imprecisões nas cotas que acabaram gerando alguns desníveis que foram solucionados com escadas e rampas para os acessos sem maiores complicações.

Como já explicado anteriormente, a gestora do shopping de materiais voltados à construção pausou o a execução do respectivo setor. A consequência foi o surgimento de uma grande área ainda por construir que começou a ser usada para armazenar equipamentos e materiais. Isso ocorreu porque muitos dos materiais que seriam utilizados nesse setor, como andaimes, escoras, cubetas, telas e formas já estavam na obra, pois, segundo o cronograma, já deveriam ter sido utilizados. Assim, acabou gerando acúmulo de material. Logo, foi uma contingência da obra usar aquela área central para reservar o material, como mostra a próxima figura 11.



Figura 11_- Setor interrompido (fonte: autor)

Havia três opções para alocação da área de vivência e engenharia. A primeira, era onde o cliente exigiu que fosse feita o plantão de vendas. A segunda, numa espécie de píer, uma área muito interessante, porém, longe da área de produção e dos acessos. Isso acarretaria em redes provisórias muito extensas além de funcionários nos horários de entrada e saída andando na obra sem proteção. O caminho entre o vestiário e a portaria atravessaria o canteiro e isso geraria muitos riscos de acidentes.

O objetivo na locação das áreas de vivência foi encontrar a menor distância segura entre área de produção e vivência, além, da já citada distância percorrida pelos funcionários entre a portaria e os vestiários, e a questão das redes provisórias. O mesmo pode ser observado na figura 12.



Figura 12 - Guarita e área de vivência (fonte: autor)

Já com relação aos materiais utilizados durante as visitas pode-se sintetizá-los em: aço, formas, escoras, madeira e os caminhões de concreto. A seguir trata-se da questão de armazenamento no canteiro.

Existem dois estágios de material quando eles chegam na obra. Um, é o estágio de recebimento, ou seja, material recebido para ser estocado até o momento de ser processado. O outro, é a área de produção de fato. Pode-se citar como área de estoque o lugar onde estão sendo largadas barras de aço e armaduras prontas além do próprio barraco de corte e dobra do aço. Entretanto, havia aço estocado em muitos lugares pulverizados ao redor da obra. A distribuição dos barracos de ferreiros passou por uma alteração após a entrega de um dos setores, e assim um dos barracos foi desmobilizado, e outro passou a trabalhar dentro de um dos subsolos, cada um destinado a um empreiteiro.

Foi planejada uma área para estoque de aço, porém, o andamento da produção foi acima do esperado e acabou acelerando os recebimentos de materiais. Isso acrescida à interrupção de um setor, acabou gerando uma demanda maior de área para armazenamento. Por consequência, notou-se uma sobreposição entre área de armazenamento e área de produção (corte e dobra). A figura 13 mostra esta sobreposição, na qual, não se percebe uma distinção entre área de estoque e produção.



Figura 13- Estoque/produção armaduras (fonte: autor)

7.4 PLANEJAMENTO DA OBRA

A construtora A usa o Projeto de Sistema de Produção (PSP). Nesse plano é desenhada toda a obra seguindo as etapas do método.

Nesse plano foi decidido onde ficariam as áreas de vivência, área de produção, acesso de caminhões. Também se estabeleceu por quais setores começaria a obra. Este modelo de planejamento também tratou de cuidar as exigências de datas feitas pelos clientes para determinados pontos da obra.

Esse processo de PSP é iterativo e sempre transita entre etapas macro e etapas micro. Um exemplo é o lava rodas. Um dia de concretagem nessa etapa da obra significa em torno de 60 caminhões, algo em torno de 600 pneus para serem limpos antes de saírem da obra. Itens como, o local onde deve ser instalado o lava rodas em função do local de circulação dos caminhões, o sistema de aproveitamento de água e pressurização, o funcionário, o volume de concreto

utilizado, esses itens todos são do micro planejamento. Já os custos que são incorridos desses itens acabam compondo o orçamento que é um item do macroplanejamento da obra.

A definição do layout foi feita de forma paralela ao plano de ataque, pois o layout é afetado por ele. Por conta disso, pensou-se naquele arranjo que fosse solução ao longo do maior período possível. Pois mudar o layout tem impacto no cronograma, na produção e no custo da obra. Ou seja, quanto menos alterado for, melhor é esse layout.

O canteiro tem passado por algumas situações de adaptação ao cronograma. Como referido na bibliografia existem 3 tipos de canteiro amplo restrito e linear. Com uma análise previa sobre o canteiro pode-se dizer que ele é do tipo restrito, pois, apresenta uma grande projeção de área construída em relação a área total do terreno.

Entretanto, no decorrer da obra, houve uma solicitação por parte do cliente para que segurasse o andamento de um dos shoppings. Contudo, o restante deveria continuar. Isso gerou imprevistos no PSP e acabou gerando algumas alterações:

- a) alterações de cronograma;
- b) liberou uma grande área que poderia ser usada provisoriamente como estoque;
- c) irá atrapalhar nos cenários pensados pois terão de desmobilizar uma área, e após, retornar para concluir o shopping.

Devido a essa alteração, o canteiro parece ser, momentaneamente, amplo. Isso mostra a importância de ter-se uma concepção correta do canteiro e reforça ainda mais o que foi trazido na literatura sobre o dinamismo do PSP, como um processo iterativo ao longo da obra.

As instalações provavelmente serão alocadas onde será, futuramente, uma via de circulação permanente do empreendimento deixando assim o mais livre possível a área de produção.

A seguir tem-se uma foto atualizado do canteiro (figura 14)

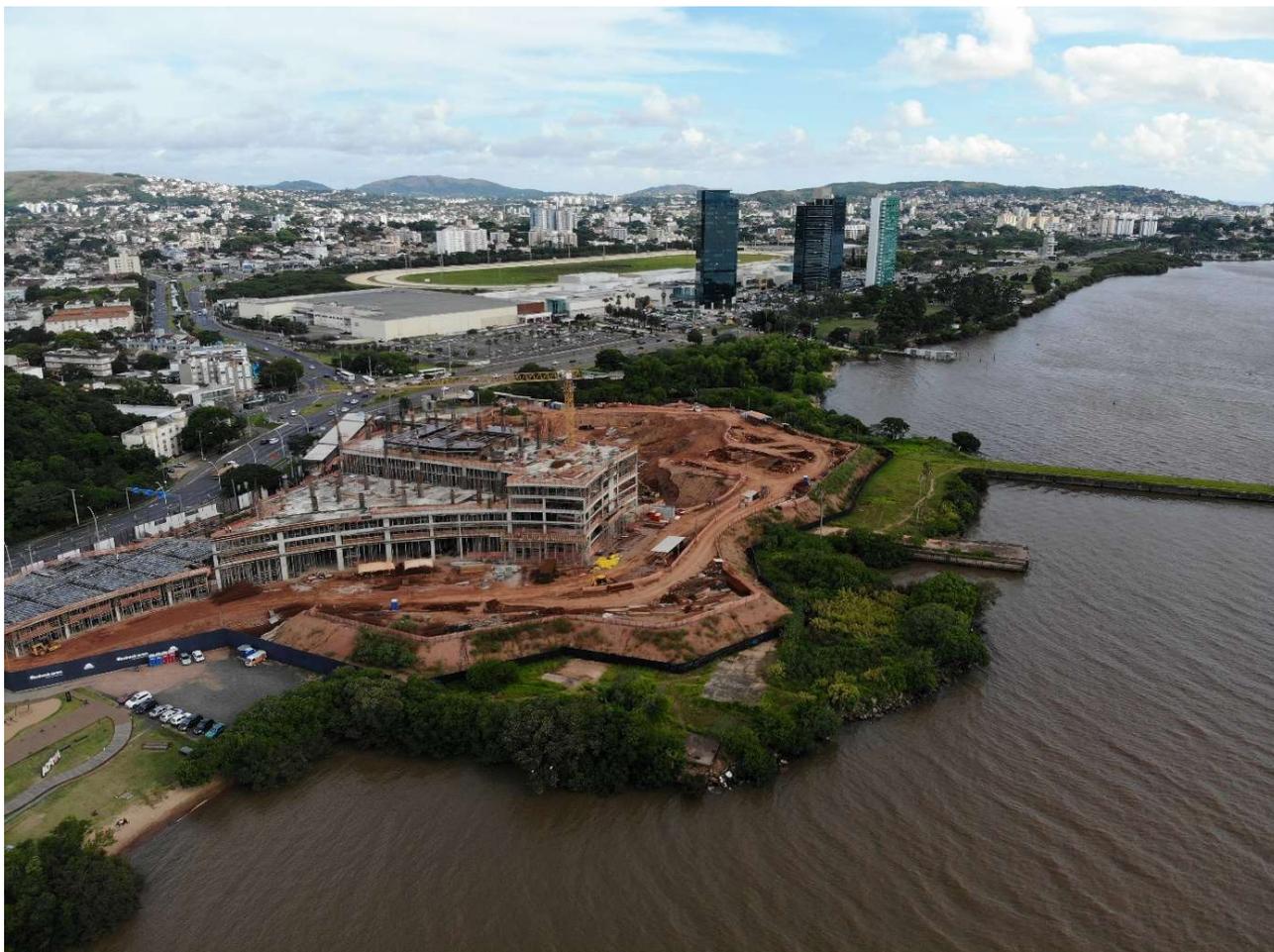


Figura 14 - Canteiro da obra (fonte: construtora A)

7.5 AVALIAÇÃO ENTRE PLANEJADO E EXECUTADO

Semanalmente são feitas reuniões que balizam o curto prazo e o médio prazo. Essas reuniões ocorrem com todos engenheiros de obra construtora A, com o engenheiro de planejamento e com os empreiteiros.

Nela são verificados os itens que deveriam estar concluídos da semana anterior, são traçados os objetivos semana corrente, e são elencados pontos de atenção para as próximas duas semanas. Isso fica exposto na sala onde ocorrem essas reuniões (figura 15).



Figura 17 - Melhorias na área de estoque (fonte: autor)

Numa avaliação geral, dentro das interferências destacadas, o cronograma foi seguido sem problemas. A frente única de trabalho facilita muito o andamento do cronograma, pois não há uma linha de balanço para as inúmeras atividades. Existe apenas a data alvo para entrega.

Já a análise dos fluxos consiste basicamente em tentar reduzir a distância percorrida de execução, tempo ocioso durante o processo de transporte de materiais e mensurar a mão de obra. Observou-se que o local de armazenamento de madeira, e um dos locais de corte de dobra, estavam um tanto distantes do local de aplicação. Por consequência viu-se funcionários caminhando carregando matérias pesados, o que é prejudicial para todas as partes.

Como foi comentado também, os atendimentos dos fornecedores era totalmente satisfatório. Ou seja, os insumos estavam sempre na obra quando necessário, madeira, aço e concreto. Essa é uma premissa importante para se cumprir o planejamento: a garantia do fluxo de insumos.

O que se percebeu foi um impacto no curto prazo que não gerou grandes problemas pois há apenas uma frente de trabalho agora; se houvessem mais frentes, poderia gerar um efeito cascata no cronograma geral da obra acarretando atrasos.

CONCLUSÕES

A pesquisa realizada nesse trabalho visou consolidar os entendimentos acerca do processo de concepção de layout de canteiros, bem como, o método de planejamento de produção. Foram realizadas visitas técnicas no canteiro. O mesmo é de grande porte, porém, classificado como restrito segundo a bibliográfica.

O canteiro dispõe de vestiários, refeitórios, áreas de lazer e ambulatórios em consonância com as regulamentações da NR 18. Todas áreas encontravam-se limpas e em boas condições de uso. Também a questão de uso EPI's e EPC's é satisfatória no canteiro.

Com relação ao armazenamento de materiais percebeu-se um ponto de melhoria devido à organização geral da equipe quanto ao armazenamento. No caso do aço, a falta de definição de área de estoque fez com que se encontrasse aço ao redor de todo canteiro. Já no caso da madeira, até havia um lugar específico para estoque, porém, muito afastado da área de produção. Gerando desgaste do funcionário e tempo improdutivo. Ou seja, deve-se prezar pela boa organização para facilitar o processo de identificação e também o ambiente de circulação dos funcionários.

Em relação aos pontos que foram destacados na revisão bibliográfica, pode-se afirmar que o estudo do layout do canteiro de obras se torna de fundamental importância para aperfeiçoar e integrar os processos construtivos. Quando se depara com um espaço bem organizado, obtém-se um acréscimo de rendimento por parte dos funcionários, os quais se sentem mais motivados para trabalhar, além de utilizarem menos esforço durante o processo de transporte de materiais. Para garantir esta organização é primordial que a equipe de gestão esteja alinhada com essa visão de canteiro.

A logística de materiais dentro do canteiro tem vinculação direta com a análise dos processos produtivos. Quando se aliam estes dois fundamentos à compreensão e definições de todos os espaços que fazem parte do canteiro de obras, pode-se planejar de forma acertada o layout dos espaços que irão proporcionar condições favoráveis para a produção da edificação.

Percebeu-se também, que um projeto de canteiro não é imutável, mas, mesmo assim, é necessário planejar até mesmo quando ele será alterado. Como foi presenciado durante as visitas, o canteiro estava passando por algumas alterações de layout devido às interações entre a construtora A que já estava no canteiro e construtora B que estava iniciando suas atividades. Além disso, por mudanças exigidas pelos contratantes como a execução de um plantão de

vendas e uma interrupção no cronograma de execução.. Sempre uma movimentação planejada tende a reduzir gastos e tornar tudo mais eficiente.

Pode-se destacar a importância dada ao planejamento, primeiramente, pelo processo de concepção do canteiro que mesmo com um prazo extremamente curto foi conduzido de maneira totalmente técnica e responsável. Depois, pelas reuniões feitas semanalmente com a equipe de planejamento. Percebe-se que a obra é controlada e muito bem cadenciada pela sua equipe de engenheiros.

O layout estabelecido consegue cumprir as demandas da obra, salvo pequenos ajustes que poderiam melhorar a questão de organização. Mas, no contexto geral, o layout do canteiro foi bem pensado e não causou grandes interferências no cronograma da obra. Não obstante, mesmo o canteiro não prejudicando o cronograma, encontrou-se pontos de melhoria no armazenamento como no caso da madeira e do aço que além de causar desperdício e desgaste poderiam causar graves acidentes de trabalho.

Por fim, fica uma reflexão: deve-se destacar que é uma obra *sui generis* na região. Esse empreendimento teve 6 meses para o processo de concorrência e comparação de orçamentos. Informações escassas para elaboração das propostas de concorrência e a exigência de início após apenas dez dias da contratação. Percebe-se um período longo para avaliação de orçamentos e um período extremamente curto para o planejamento. Disso pode-se observar que se o longo período fosse melhor distribuído poderia ter sido usado para o planejamento do canteiro através de modelagens e simulações, ou desenvolvimento de projetos. Enfim, alguma atividade que agregasse valor através da otimização de alguma etapa.

REFERÊNCIAS

_____. NR18. Norma Regulamentadora Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 18 - Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção.** Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. Versão atualizada em 19/04/18.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12284: Áreas de Vivência em Canteiro de Obras.** Rio de Janeiro, 1991.

BERR, L. R. **Diretrizes para melhorar a eficácia no desenvolvimento e implementação de padrões operacionais em processos construtivos.** Porto Alegre, 2007. Monografia. Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

FERREIRA, E.A.M.; FRANCO, L.S. **Metodologia para Elaboração do Projeto do Canteiro de Obras de Edifícios.** Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, São Paulo, n. BT/PCC/210, 1998.

NETO, G. S. - **Projeto do sistema de produção para construtoras incorporadoras de edifícios multipavimentados.** Londrina, 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento da Universidade Estadual de Londrina.

SAURIN, T.A. **Método para diagnóstico e diretrizes para planejamento de canteiros de obras de edificações.** Porto Alegre, 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande Sul. Porto Alegre.

SAURIN, T.A.; FORMOSO, C.T – **Planejamento de canteiro de obras e gestão de processos – Recomendações técnicas Habitare.** - Porto Alegre, ANTAC 2006. Volume 3. 3, 2006.

SCHRAMM, F. K.- **O projeto do sistema de produção na gestão de empreendimentos habitacionais de interesse social.** Porto Alegre, 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande Sul. Porto Alegre.

SILVA, F. B. da; CARDOSO, F. F. **Ferramentas e diretrizes para a gestão da logística no processo de produção de edifícios.** Boletim técnico da escola Escola politécnica Politécnica da USP. São Paulo, n? 2000.

SOUZA, U. E. L.; FRANCO, L. S. **Definição do Layout do Canteiro de Obras**. São Paulo, 1997. 16 p. Boletim Técnico (BT/PCC/177) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

SOUZA, Ubiraci E. L. **Recomendações gerais quanto à localização e tamanho dos elementos do canteiro de obras**. Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1997.

VIEIRA, H.F. – **Logística aplicada à construção civil: como melhorar o fluxo de produção nas obras**. São Paulo: Editora Pini, 2006.